แบบ บก.06

แบบ บก.06 เลขที่ 035/63
ลงวันที่ 2 เมษายน 2563

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย
การจัดซื้อจัดจ้างที่มิใช่งานก่อสร้าง

1. ชื่อโครงการ จัดซื้อเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด (รายละเอียดตามเอกสารแนบท้าย)
2. หน่วยงานเจ้าของโครงการ สังกัดฝ่ายสถานีวิจัย
   สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
   วิธีจัดซื้อจัดจ้าง ◉ วิธีประกาศเชิญชวน ○ วิธีคัดเลือก ○ วิธีเฉพาะเจาะจง
3. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร 5,000,000.00 บาท (ตามใบขอซื้อ/จ้าง พส 0527/2563 ลว. 19 มี.ค.63)
4. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ วันที่ 2 เมษายน 2563 เป็นเงิน 4,997,647.50 บาท ,
5. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง)
   5.1 ใบเสนอราคา บริษัท ไอดีไอ (ประเทศไทย) จำกัด
   5.2 ใบเสนอราคา บริษัท แอนตัน พาร์ (ประเทศไทย) จำกัด -
6. รายชื่อผู้รับผิดชอบกำหนดราคากลาง
   6.1 นางกนกพร ไผ่นาค
   6.2 นายวัชรพล ภูมรา
   6.3 ดร.วราภรณ์ ตันฑนุช

หมายเหตุ :

แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง) พิจารณาตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 4 “ราคากลาง” หมายความว่า ราคาเพื่อใช้เป็นฐานสำหรับเปรียบเทียบราคาที่ผู้ยื่นข้อเสนอได้ยื่นเสนอไว้ซึ่งสามารถจัดซื้อจัดจ้างได้จริง

พิจารณาราคากลาง ตามหลักเกณฑ์ข้อ (4) ราคาที่ได้มาจากการสืบราคาจากท้องตลาด โดยพิจารณาจากใบเสนอราคาตามท้องตลาดซึ่งมีผู้เสนอราคาและใบเสนอราคามาจำนวน 2 ราย มีคุณสมบัติตรงตามสถาบันฯ กำหนด โดยพิจารณาราคาค่าเฉลี่ย

เอกสารแนบท้ายจากต้นเรื่อง

Siam Photon

ขอบเขตงาน (Terms of Reference: TOR) และคุณลักษณะเฉพาะ เครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

โครงการ "งานให้บริการวิเคราะห์ทดสอบและวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม" มุ่งเน้นการให้บริการแก่ลูกค้าภาคอุตสาหกรรมและภาควิชาการ เพื่อเชื่อมโยงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแสงซินโครตรอนในการสร้างความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์ และวิชาการของประเทศ รวมถึงสามารถสร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ให้แก่ภาคอุตสาหกรรมในด้านต่างๆ ได้ เช่น ด้านวัสดุ พอลิเมอร์ อาหาร ยา เครื่องสำอาง และการเกษตร เป็นต้น เพื่อให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยในการยกระดับความสามารถในการแข่งขันด้านผลิตภัณฑ์ในตลาดภายในประเทศและตลาดโลกได้

เพื่อให้การดำเนินการของโครงการมีประสิทธิภาพ และช่วยตอบโจทย์งานวิจัยที่หลากหลายมากขึ้น ทางสถาบันฯ จึงมีความจำเป็นในการจัดหาเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนการในการตอบโจทย์งานวิจัยแก่ภาคอุตสาหกรรมและภาควิชาการเพิ่มขึ้น โดยตัวเครื่องสามารถวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดและปริมาตรของรูพรุน รวมถึงการกระจายตัวของรูพรุนของวัสดุโดยอาศัยการดูดซับของแก๊ส ซึ่งเป็นสมบัติทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อการนำไปใช้เพื่อประกอบการพิจารณาในการนำวัสดุนั้นไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีคุณภาพที่ต้องการหรือเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด โดยเครื่องมือดังกล่าวนี้สามารถให้บริการตอบโจทย์งานวิจัยแก่ภาคอุตสาหกรรมและงานวิชาการในหลายด้าน เช่น ด้านวัสดุ พลังงาน พอลิเมอร์ ยา และเครื่องสำอางค์ เป็นต้น สามารถเพิ่มขีดความสามารถและเพิ่มศักยภาพในการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ และวิจัยเพื่ออุตสาหกรรมได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

(1) เพื่อจัดหาเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) จำนวน 1 ชุด เพื่อสนับสนุนงานให้บริการวิเคราะห์ทดสอบและวิจัยประยุกต์เพื่ออุตสาหกรรม

(2) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบให้กับหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

(3) เพื่อใช้ในการวัดพื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดและปริมาตรของรูพรุน รวมถึงการกระจายตัวของรูพรุนโดยอาศัยหลักการดูดซับของแก๊ส สามารถนำมาให้บริการงานวิจัยได้หลากหลายอุตสาหกรรม เช่น ด้านวัสดุ พลังงาน อาหาร ยา และเครื่องสำอางค์ เป็นต้น

เอกสารแนบท้ายจากส่วนเรื่อง

3. แบบรูปรายการหรือคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด มีอุปกรณ์และคุณลักษณะดังต่อไปนี้

<u>คุณลักษณะทั่วไป</u>

เป็นเครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific Surface area) ขนาดและปริมาตรรูพรุน (Pore size and pore volume) รวมถึงการกระจายขนาดรูพรุน (Pore size distribution) ประเภทต่างๆ ได้แก่ Micropore (รูพรุนที่มีขนาดน้อยกว่า 2 นาโนเมตร) Mesopore (รูพรุนที่มีขนาดอยู่ในช่วง 2-50 นาโนเมตร) และ Macropore (รูพรุนที่มีขนาดมากกว่า 2 นาโนเมตร) โดยอาศัยหลักการวัดปริมาตรของแก๊สที่ใช้ในการดูดซับบนพื้นผิวของวัสดุ และทำให้ยังสามารถวิเคราะห์ค่าการดูดซับหรือคายซับของแก๊สที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้ (Adsorption/Desorption isotherm) สามารถนำไปใช้กับตัวอย่างได้หลากหลายทั้งที่มีรูพรุน (Porous Materials) และไม่มีรูพรุน (Non-porous Materials) เช่น ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysts) วัสดุแบตเตอรี่ (Battery Materials) คาร์บอนว่องไว (Activated Carbon) ตัวดูดซับ (Absorbents) ซีเมนต์ (Cement) สี (Pigments) วัสดุกึ่งตัวนำไฟฟ้า (Semiconductor materials) เซรามิกส์ (Ceramics) พอลิเมอร์ (Polymers) วัสดุโครงข่ายโลหะอินทรีย์ (Metal Organic Frameworks: MOFs) ซีโอไลต์ (Zeolites) ยา (Medicines) และเครื่องสำอางค์ (Cosmetics) เป็นต้น โดยสามารถควบคุมการทำงานและการประมวลผลด้วยโปรแกรมผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้

เครื่องวิเคราะห์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

(1) เครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) จำนวน 1 ชุด

(2) ชุดควบคุมและประมวลผลสำหรับเครื่องวิเคราะห์วิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุนของวัสดุ (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) จำนวน 1 ชุด

(3) ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความหนาแน่นของของแข็ง (True Density Analyzer) จำนวน 1 ชุด

(4) อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

<u>คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค</u> แต่ละส่วนของแต่ละรุ่น จะต้องมีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุนของวัสดุ (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1.1) สามารถวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะของสารตัวอย่าง (Specific surface area) ได้อย่างน้อย 0.01 ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อใช้แก๊สไนโตรเจน (N_2) หรือได้อย่างน้อย 0.0005 ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อใช้แก๊สคริปทอน (Kr)

(1.2) สามารถวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุน (Pore size Diameter) ได้ในช่วง 0.35 ถึง 500 นาโนเมตร

(1.3) มีช่องหรือกระเปาะใส่สารตัวอย่าง (Sample Cell/Sample Station) ในการวิเคราะห์ได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ตัวอย่างพร้อมกัน โดยสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีรูพรุนแบบ Micropore ได้ทั้ง 3 ช่องตัวอย่าง และสามารถควบคุมการทำงานเป็นอิสระจากกันได้ โดยตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลวเดียวกัน

(1.4) สามารถใช้กับแก๊สที่เป็นตัวถูกดูดซับ (Adsorptive gas) ได้หลากหลายชนิด เช่น ไนโตรเจน (N_2) คริปทอน (Kr) อาร์กอน (Ar) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) บิวเทน (C_4H_{10}) และแก๊สที่ไม่เกิดการกัดกร่อน (Non-corrosive gas) เป็นต้น

(1.5) สามารถใช้กับไอระเหยของของเหลวที่ใช้เป็นตัวถูกดูดซับ (Adsorptive vapor) ได้หลากหลายชนิด เช่น น้ำ (H_2O) และเอทานอล (C_2H_5OH) เป็นต้น

(1.6) มีจำนวนช่องสำหรับต่อเข้ากับแก๊สที่เป็นตัวถูกดูดซับไม่น้อยกว่า 5 ช่อง และมีช่องสำหรับแก๊สฮีเลียมจำนวน 1 ช่อง

(1.7) มีช่องหรือหลอดสำหรับวัดความดันอ้างอิง (Saturation vapor pressure, P_0) จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ช่อง

(1.8) สามารถป้อนค่า หรือให้ระบบคำนวณค่า หรือวัดค่าพื้นที่ว่าง (Free space) โดยอย่างน้อยเป็นแบบที่ใช้ก๊าซฮีเลียม (He) ก่อนหรือหลังทำการทดสอบตัวอย่างได้

(1.9) มีระบบวาล์วที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายแก๊สเข้าระบบ และดึงแก๊สออกจากระบบแบบ Servo Valve หรือแบบ Solenoid Valve หรือระบบอื่นที่ดีกว่าในการลดปัญหาการรั่วของแก๊สจากการเสื่อมสภาพของ O-ring

(1.10) มีภาชนะสำหรับใส่แก๊สเหลว (Dewar) เช่น ไนโตรเจนเหลว (Liquid N_2) ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 3 ลิตร หรือสามารถควบคุมอุณหภูมิที่บริเวณกระเปาะใส่สารตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 70 ชั่วโมง พร้อมทั้งมีฉนวนปิดครอบป้องกันการระเหยของแก๊สเหลว

(1.11) สามารถเติมแก๊สเหลวในระหว่างทำการทดสอบตัวอย่างได้ โดยไม่กระทบต่อผลการทดสอบที่ได้

(1.12) มีระบบปั๊มสุญญากาศชนิด Turbo molecular pump และชนิด Diaphragm pump หรือชนิดอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า สามารถสร้างความดันระดับสุญญากาศที่ตัวเครื่องได้ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1×10^{-7} มิลลิบาร์

(1.13) มีอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transducer) ภายในระบบไม่น้อยกว่า 9 ชิ้น ประกอบด้วย

- อุปกรณ์วัดความดันที่ 1000 ธอร์ (Torr) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
- อุปกรณ์วัดความดันที่ 10 ธอร์ (Torr) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
- อุปกรณ์วัดความดันที่ 0.1 ธอร์ (Torr) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น

(1.14) มีระบบการกำจัดแก๊ส (Degassing Unit) หรือระบบการเตรียมสารก่อนการวัด (Pretreatment Unit) ที่บริเวณกระเปาะใส่ตัวอย่างในส่วนของการทดสอบ (Analysis port) หรือที่บริเวณด้านข้างของส่วนการทดสอบที่ตัวเครื่องวัด โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิการกำจัดแก๊สได้มากกว่าหรือเท่ากับ 350 องศาเซลเซียส

(1.15) สามารถควบคุมการทำงาน เก็บข้อมูล แสดงผลข้อมูล และประมวลผลผ่านโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

(2) ชุดควบคุมและประมวลผลสำหรับเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุนของวัสดุ (BET Surface Area and Porosity Analyzer) จำนวน 1 ชุด ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

(2.1) มีโปรแกรมควบคุมการทำงาน เก็บข้อมูล ประมวลและแสดงผลการวิเคราะห์ที่สามารถติดตั้งและทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ Windows 10 หรือทันสมัยกว่า

(2.2) มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง หรือมีโปรแกรมที่ได้รับการอนุญาตให้ติดตั้งจากบริษัทผู้ผลิตสำหรับควบคุมและประมวลผล

(2.3) โปรแกรมการวัดและการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับตั้งแต่ติดตั้งเครื่องมือสามารถปรับให้ทันสมัย (Update) หรือยกระดับ (Upgrade) ได้ โดยอย่างน้อยสามารถทำการยกระดับโปรแกรมการวัดและประมวลผลในรุ่น (Generation) เดียวกันได้

(2.4) สามารถแสดงค่าการทำงานต่างๆ ในขณะทำการทดสอบตัวอย่างได้ เช่น ค่าความดันอ้างอิง (Reference pressure) หรือ ค่าความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure) หรือ ค่าความดันสัมพัทธ์ (Relative pressure, P/P_0) และปริมาตรของแก๊สที่ถูกดูดซับ เป็นต้น

(2.5) มีโปรแกรมประมวล หรือคำนวณผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิว (Surface area) ขนาดรูพรุน (Pore size) ปริมาตรรูพรุน (Pore volume) และการกระจายตัวของขนาดรูพรุน (Pore size distribution) โดยอ้างอิงการทฤษฎีการคำนวณหรือวิธีต่างๆ อย่างน้อย ดังนี้ Adsorption/Desorption isotherm, BET Surface area, Langmuir Surface area, t method, α-S method, BJH

adsorption and desorption, Dollimore-Heal (DH) method, Dubinin-Radushkevich (DR) method, Dubinin-Astakhov (DA) method, Horvath-Kawazoe method, MP method, DFT Pore size and surface energy แบบ NLDFT

(2.6) มีโปรแกรมการควบคุมและการประมวลผลที่มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- สามารถควบคุมเครื่องมือวิเคราะห์ (Control) การรับข้อมูล (Data acquisition) และการประมวลผลข้อมูล (Data processing) ได้
- สามารถแสดงผลข้อมูลในขณะทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างได้
- สามารถทำการทดสอบ และวิเคราะห์ผลการทดสอบไปได้พร้อมกัน
- สามารถทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์บนหน้าจอเดียวกันได้
- สามารถส่งผลการทดสอบที่ได้ (Export) ผลการทดสอบเป็นไฟล์ชนิดต่างๆ ได้ อย่างน้อยเช่น Text file, Excel file หรือ ASCII file เพื่อสามารถเปิดกับโปรแกรมอื่นได้ เช่น โปรแกรม Microsoft Word หรือ Excel เป็นต้น

(3) ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความหนาแน่นของของแข็ง (True Density Analyzer) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(3.1) สามารถวัดความหนาแน่นสารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง หรือลักษณะกึ่งแข็งได้ เช่น ผง (Powders) ของเหลวข้น (Slurries) และโฟม (Foams) เป็นต้น โดยอาศัยหลักการแบบการแทนที่แก๊ส (Gas displacement method)

(3.2) สามารถใช้กับแก๊สในการวิเคราะห์ได้หลากหลายชนิด เช่น ไนโตรเจน (N_2) และฮีเลียม (He) เป็นต้น

(3.3) สามารถควบคุมการทำงานผ่านหน้าจอแสดงผล (Display) ที่อุปกรณ์วิเคราะห์ โดยสามารถกำหนดรหัสตัวอย่าง (Sample ID) รูปแบบการวัด (Measurement condition) สั่งทำงาน แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงค่าในการทดสอบได้ที่แป้นกด (Keypad) หรือที่หน้าจอสัมผัส (Touch screen) รวมถึงสามารถตรวจสอบผลการวิเคราะห์บนหน้าจออุปกรณ์วิเคราะห์ได้

(3.4) มีปริมาตรของห้องใส่ตัวอย่าง (Sample Chamber) ไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีฝาปิดห้องใส่ตัวอย่างเป็นระบบเขี้ยวสลัก หรือระบบเกลียวล็อคที่สามารถทำให้การปิดห้องใส่ตัวอย่างแนบสนิท

(3.5) สามารถรองรับการใช้งานถ้วยใส่ตัวอย่าง (Sample cell) ที่มีปริมาตรต่างกันได้ไม่น้อยกว่า 3 ขนาด พร้อมทั้งมีถ้วยใส่ตัวอย่างแบบไม่มีฝาปิดจำนวน 1 ชุด และแบบมีฝาปิดจำนวน 1 ชุด ในแต่ละชุดประกอบด้วยถ้วยที่มีปริมาตรต่างกัน 3 ขนาด

(3.6) มีชุดอุปกรณ์สำหรับการปรับลดขนาดช่องใส่ตัวอย่าง (Multivolume Kit หรือ Adaptors) สำหรับวัดตัวอย่างที่มีปริมาตรน้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด โดยสามารถปรับลดปริมาตรได้อย่างน้อย 2 ขนาด

(3.7) มีค่าความแม่นยำในการวัดซ้ำ (Reproducibility/Repeatability) ไม่มากกว่าหรือเท่ากับ ±0.02% ของการอ่านเต็มสเกล (Nominal full scale)

(3.8) มีค่าความถูกต้องในการอ่านค่าค่าความหนาแน่นที่วัดได้ (Accuracy) ไม่มากกว่าหรือเท่ากับ ±0.05% ของการอ่านเต็มสเกล (Nominal full scale)

(3.9) มีค่าความละเอียดในการอ่านค่าความหนาแน่นที่วัดได้ไม่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.0001 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(3.10) มีโปรแกรมหรืออุปกรณ์ประกอบอื่นในการคำนวณหาค่าความหนาแน่นตามมาตรฐาน ASTM D6226 สำหรับตัวอย่างที่มีรูพรุนมากได้ เช่น โฟม เป็นต้น

(3.11) มีจำนวนช่องสำหรับ USB ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ช่อง

(3.12) มีจำนวนช่องสำหรับ Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ช่อง

(3.13) มีช่อง RS232 สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องชั่งได้ หรือสามารถรองรับการป้อนค่าน้ำหนักของสารตัวอย่างที่ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ได้โดยตรง

(3.14) สามารถทำมาตรฐาน (Calibration) ของถ้วยใส่ตัวอย่าง (Sample cell) และห้องสำหรับการวัดปริมาตรแก๊สอ้างอิง (Expansion chamber หรือ Reference chamber) โดยใช้ปริมาตรมาตรฐาน (Traceable standard volume หรือ NIST calibration spheres)

(4) อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) สำหรับรองรับการทำงานของเครื่องมือ และชุดควบคุมและประมวลผล รวมถึงชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ที่ระบุไว้ในข้อ (1) (2) และ (3) มีรายละเอียด และคุณสมบัติอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

(4.1) ตัวควบคุมความดัน (Regulator) สำหรับแก๊สฮีเลียม จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชิ้น

(4.2) ตัวควบคุมความดัน (Regulator) สำหรับแก๊สไนโตรเจน จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชิ้น

(4.3) ถังสำหรับบรรจุไนโตรเหลวที่มีความจุไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 ลิตร พร้อมล้อเลื่อนและหัวจ่าย จำนวน 1 ถัง

(4.4) ภาชนะสำหรับใส่ไนโตรเจนเหลวที่มีความจุไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ลิตร จำนวน 1 ชิ้น

(4.5) หลอดบรรจุตัวอย่าง (Sample cell) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านหลอด (Stem diameter) อยู่ในช่วง 6 ถึง 12 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ชิ้น

เอกสารแนบท้ายจากต้นเรื่อง

(4.6) มีแท่งแก้วสำหรับใส่ในหลอดบรรจุตัวอย่าง (Glass rod หรือ Filler rod) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านแท่งแก้วสัมพันธ์กับหลอดบรรจุตัวอย่าง จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 ชิ้น

(4.7) ชุดฝาปิดหลอดบรรจุตัวอย่าง หรืออุปกรณ์ลดการฟุ้ง หรือเรียกเป็นชื่ออื่น (Check seal หรือ Non-elutriating plug) ที่สามารถใช้กับหลอดบรรจุตัวอย่างข้อ (4.5) และแท่งแก้วในหลอดบรรจุตัวอย่างข้อ (4.6) ได้ จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 ชิ้น

(4.8) กรวยแก้วยาวสำหรับกรอกสารตัวอย่าง (Glass Funnel) จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 ชิ้น

(4.9) สารอ้างอิงที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 105 ตารางเมตรต่อกรัม จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กรัม

(4.10) สารอ้างอิงที่มีรูพรุนขนาดไม่กว้างกว่าหรือเท่ากับ 0.8 นาโนเมตร สำหรับเป็นสารอ้างอิงกลุ่ม Micropores จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กรัม

(4.11) มีปริมาตรมาตรฐาน (Traceable standard volume หรือ NIST calibration spheres) จำนวน 1 ชุด

(4.12) ระบบเตรียมตัวอย่างก่อนการวัด (Pretreatment Unit) ที่แยกอิสระจากตัวเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นเครื่องเตรียมตัวอย่างระบบสุญญากาศ และสามารถให้ความร้อนแก่สารตัวอย่างเพื่อระเหยเอาแก๊สหรือไอน้ำที่เกาะอยู่บนผิวหรือภายในรูพรุนของตัวอย่างออก
- สามารถทำการเตรียมตัวอย่างได้พร้อมกัน จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 ตัวอย่าง
- สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้องจนถึงอุณหภูมิสูงสุดซึ่งไม่น้อยกว่า 450 องศาเซลเซียส
- สามารถตั้งเวลาที่ใช้ในการแช่ ณ อุณหภูมิหนึ่งๆ ได้ (Hold time) และสามารถปรับตั้งเวลา (Step time) ได้
- สามารถตั้งระบบการเตรียมตัวอย่าง และอุณหภูมิการเตรียมตัวอย่างแยกอิสระจากกันได้ทั้ง 6 ตัวอย่าง
- มีระบบ Back-fill gas ที่เป็นแบบอัตโนมัติ
- มีระบบปั๊มสุญญากาศชนิด Rotary vacuum pump หรือ ระบบอื่นๆ ที่ดีกว่าในการสร้างสภาวะสุญญากาศ

(4.13) เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ที่มีขนาดความจุไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า 5 kVA

(4.14) โต๊ะขาเหล็กหน้าแกรนิต พร้อมเก้าอี้ และตู้ลิ้นชัก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

(4.15) เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชุด มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel Core i7 โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.2 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า ดังนี้

  (1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

  (2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

  (3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- หน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB
- มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- หน้าจอแสดงผล (Monitor) ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

(5) เงื่อนไขการติดตั้งและการให้บริการ

(5.1) ผู้ขายมีเอกสารแต่งตั้งการเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการหลังการขาย โดยยื่นหลักฐานพร้อมเอกสารเสนอราคา

(5.2) ผู้จำหน่ายต้องติดตั้งเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ระบบท่อก๊าซ และระบบไฟฟ้า ณ สถานที่ปฏิบัติงาน และทำการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) พร้อม

ตรวจสอบความถูกต้องของระบบหลังติดตั้ง จนเครื่องสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งมอบรายงานผลการติดตั้ง (Installation Certificate) และผลการสอบเทียบ (Calibration Certificate) ตามระบบคุณภาพและข้อกำหนด

(5.3) ผู้จำหน่ายต้องอบรมการใช้งานของเครื่อง (On-site Training) ให้กับเจ้าหน้าที่จนสามารถใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ณ สถานที่ปฏิบัติงาน เมื่อทำการส่งมอบเครื่องมือ โดยหัวข้อที่ใช้ในการอบรมมีดังนี้ (1) ความรู้เบื้องต้นในการใช้งานเครื่องมือ (2) การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ทดสอบและการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นที่ได้จากเครื่องมือ (3) การแก้ไขปัญหาเครื่องมือขั้นต้น และ (4) การดูแลเครื่องมือ พร้อมทั้งอบรมฟื้นฟูปีละครั้ง เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี และหากมีค่าใช้จ่ายในการอบรมและการเดินทางให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้จำหน่ายทั้งหมด

(5.4) ผู้จำหน่ายต้องให้บริการตรวจสภาพซ่อมบำรุง และสอบเทียบเครื่องมือ (Preventive Maintenance and Calibration) จำนวนอย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี ตลอดระยะเวลารับประกันเครื่องมืออย่างน้อย 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับเครื่องมือ โดยไม่คิดค่าบริการ และมีอะไหล่ให้บริการมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี

(5.5) มีการรับประกันคุณภาพเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (Specific BET surface area and powder mesoporosity analyzer) และชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความหนาแน่นของของแข็ง (True Density Analyzer) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับ จากวันที่ตรวจรับเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว

(5.6) มีการรับประกันเครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว

(5.7) เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งาน หรือการสาธิตการใช้งานมาก่อน

(5.8) ผู้จำหน่ายต้องส่งมอบ (1) เอกสารคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องมือที่มาพร้อมกับเครื่องมือ จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด (2) คู่มือการใช้งานอย่างง่ายทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษพร้อมทั้งเข้ารูปเล่มให้สะดวกต่อการใช้ง่าย จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด และ (3) คู่มือการใช้งานอย่างง่ายทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในรูปแบบของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด ณ วันที่ส่งมอบงาน

(5.9) ผู้จำหน่ายต้องมีช่างที่มีใบรับรองจากบริษัทผู้ผลิตในการติดตั้ง ตรวจสภาพซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องมือ ณ วันที่ส่งมอบงาน

เอกสารแนบท้ายจากต้นเรื่อง

(5.10) ในกรณีที่เครื่องชำรุด ผู้จำหน่ายต้องส่งช่างให้เดินทางมาทำการตรวจซ่อม และแก้ไขที่สถาบันฯ ภายใน 15 วัน นับจากวันที่แจ้ง

(5.11) ในกรณีที่เครื่องชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ ดังกล่าว และยังอยู่ในระยะเวลารับประกัน (หลังจากผู้จำหน่ายได้ทำการแก้ไข หรือทำการซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์แล้วภายใน 15 วัน) แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้ตามข้อบ่งชี้ของเครื่อง ผู้จำหน่ายต้องทำการหาเครื่องทดแทนเครื่องเดิมให้ทางสถาบันฯ หรือหาสถานที่สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างทดแทนโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ภายใน 30 วัน นับจากวันที่ทราบว่าที่เครื่องชำรุดได้รับการแก้ไข หรือทำการซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยผู้ซื้อไม่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น เพื่อให้ทางสถาบันฯ มีเครื่องมือวิเคราะห์ใช้งานระหว่างการซ่อม และทางผู้จำหน่ายต้องรีบนำเครื่องมือวิเคราะห์ที่ซ่อมเสร็จแล้ว นำกลับมาให้ทางสถาบันฯ ใช้งาน

4. ระยะเวลาการส่งมอบ

กำหนดส่งมอบภายในระยะเวลา 180 วัน นับถัดจากลงนามในสัญญาซื้อจ้าง

5. วงเงินในการจัดหา

เครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน (BET Surface area and Porosity Analyzer) พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด เป็นเงินรวมทั้งสิ้น 5,000,000.00 บาท (ห้าล้านบาทถ้วน)

6. ระยะเวลาในการรับประกัน

มีการรับประกันคุณภาพเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและรูพรุน และชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความหนาแน่นของของแข็ง เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดคุณลักษณะ

(ดร.วราภรณ์ ตัณฑนุช)